

OFICINA TEMÁTICA PARA O ENSINO DE POLÍMEROS: DA EXPLORAÇÃO DA BORRACHA À RECICLAGEM DOS TÊNIS

José Daniel Souza¹, Vanessa Pereira de Souza,² Luce Helena Kochem³, Pedro Vontobel⁴,
Daniele Trajano Raupp⁵

Resumo

Os polímeros desempenham um papel central na sociedade contemporânea, estando presentes em uma ampla variedade de produtos. Contudo, a discussão acerca de sua produção, consumo e impacto ambiental ainda carece de maior aprofundamento no contexto escolar. O presente trabalho desenvolvido na disciplina Projetos de Educação Química: Recursos didáticos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS, tem como objetivo propor uma Oficina Temática, utilizando o tênis como eixo central, por ser uma temática que conecta diretamente com o universo cotidiano, cultural e social dos estudantes. A proposta está alicerçada nos três momentos pedagógicos, e inclui atividades experimentais como a produção de "espaguete de alginato", análise de polímeros em fraldas descartáveis e investigação das propriedades de diferentes materiais poliméricos usados em tênis, visando aproximar o ensino de Química da realidade dos estudantes. Espera-se que a oficina promova aprendizagens que integrem aspectos sociais, ambientais e tecnológicos aos conceitos da área de polímeros.

Palavras-chave: polímeros, contextualização, três momentos pedagógicos.

Recebido em: 22/03/2024; Aceito em: 04/11/2024

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v8i1.15524>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

¹ Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: josedaniel.souza@gmail.com

² Doutora em Química Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: desouzavanessa16@gmail.com

³ Doutora em Ciências do Solo Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: kochemluce@gmail.com

⁴ Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: pedrovontobel@gmail.com

⁵ Doutora em Educação em Ciências Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: daniele.raupp@ufrgs.br

Introdução

Os tênis transcendem sua função utilitária de calçado e assumem um papel simbólico, associados à questões de identidade, estilo, pertencimento a grupos sociais, práticas esportivas e cultura jovem. Assim é possível estabelecer uma associação com o ensino de ciências, em especial no Ensino Médio, por ser uma temática que possui conexão com o universo cotidiano, cultural e social do público jovem.

A relação entre o tênis e os polímeros, é bastante significativa, pois os polímeros desempenham um papel essencial na fabricação, influenciando sua performance, durabilidade e conforto. Mas a discussão acerca dessa temática não é limitada apenas a como os diferentes tipos de materiais, suas propriedades, custo/benefício, mas também envolve a discussão de impactos ambientais (SANTOS; SILVA, 2009).

Na aprendizagem dos conceitos relativos à polímeros, pesquisadores tem relatado as dificuldades encontradas pelos estudantes de Ensino Médio: a falta de tempo hábil e a compreensão dos conteúdos prévios, a visualização das estruturas bi e tridimensionais dos polímeros, a relação estrutura/propriedade, foco excessivo na memorização de nomenclatura e falta de contextualização (FINKENSTAEDT-QUINN, 2017; TING, 2017).

Assim, o objetivo geral deste trabalho é apresentar uma proposta de uma Oficina Temática organizada com base nos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990) para o ensino de polímeros com a temática *tênis*, abordando questões conceituais e ambientais. Com uma diversidade de recursos didáticos, buscamos contemplar diferentes estilos de aprendizagem, promover maior engajamento dos estudantes, já que os recursos didáticos têm impacto decisivo na qualidade, eficácia e funcionalidade dos processos de ensino e aprendizagem (MAZGON; STEFANC, 2012). Para avaliação da aprendizagem nas esferas conceituais,

procedimentais e atitudinais, os objetivos foram definidos com base na Taxonomia de Bloom (1956) por ser uma estrutura sistemática que considera diferentes níveis de complexidade cognitiva.

As oficinas temáticas como estratégia para o ensino de química

Albano e Delou (2024), identificaram em uma extensa revisão sistemática da literatura (2001-2021), que as principais dificuldades no Ensino Médio no Brasil decorrem da ausência de aulas experimentais, descontextualização e fragmentação dos conteúdos. Particularmente, na Química Orgânica, há conceitos difíceis de conectar com sua realidade, e estratégias que integrem a perspectiva ambiental, podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa (DINIZ *et al.*, 2021 a,b). As Oficinas Temáticas contribuem para processo de aprendizagem (SILVA, 2007; PAZINATO; BRAIBANTE, 2014; CRESTANI; LOCATELLI; GOMES; 2017) pois permitem a construção de uma visão reflexiva mais global sobre os conhecimentos químicos e suas relações com o mundo e os múltiplos aspectos: sociais, ambientais, econômicos (Marcondes, 2008).

No ensino de Química Orgânica, há vários estudos publicados com propostas de Oficinas temáticas baseadas nos três momentos pedagógicos. Oliveira, Candito e Braibante (2022), por exemplo, utilizaram a temática dos aromas e avaliaram a contribuição para o desenvolvimento pessoal dos alunos e a correlação entre conhecimentos científicos, questões sociais, ambientais e econômicas. Diniz *et al.* (2021a) realizaram o estudo das funções orgânicas com uma temática ambiental. Elencam que tanto as questões problematizadoras quanto a saída de campo para observação de um rio foram muito importantes para a consolidação sobre a percepção da problemática ambiental associada ao conhecimento de química orgânica.

Desenvolvimento da oficina temática

Esta oficina temática foi estruturada (Quadro 1) com base nos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990), sendo: problematização inicial; a organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento. A carga horária sugerida é oito aulas, de 50 minutos, preferencialmente distribuídas em quatro dias, podendo ser adaptada.

Quadro 1. Momentos da oficina temática.

Aula	Atividades	Objetivos	Recursos ⁶
1	1º momento pedagógico: - Pergunta norteadora - Questionário 1 - Vídeos 1 e 2 - Discussões	- Identificar diferenças nos materiais que compõem um tênis -Externalizar concepções prévias -Examinar e discutir sobre os impactos ambientais	- Mentimeter para <i>brainstorming</i> - Google Forms - Youtube
2	2º momento pedagógico: - Desenvolvimento dos tópicos conceituais I	-Explicar brevemente a origem da borracha -Identificar os principais polímeros presentes nos tênis -Fornecer exemplos de materiais que contém polímeros	- Quadro e Giz - PowerPoint - Livro Literário - Clipes
3-4	2º momento pedagógico: - Desenvolvimento dos tópicos conceituais II	-Diferenciar e classificar os polímeros bem como explicar a relação entre as propriedades e suas estruturas -Analisar consequências econômicas e ambientais relacionadas à produção e ao descarte dos tênis.	- Quadro e Giz - PowerPoint - Livro Literário
5-8	3º momento pedagógico: - Experimentos 1-3 - Questionário 2 - Apresentações 4	-Avaliar o entendimento de sustentabilidade -Classificar os diferentes tipos de polímeros -Propor uma ação de reuso e/ou de reciclagem de tênis usados. -Manipular reagentes químicos Interpretar, prever e comparar resultados	- Reagentes Químicos - Laboratório ⁷ - Google Forms

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando que se trata de uma proposta voltada para o Ensino Médio, buscamos verificar, à luz da BNCC (Base Nacional Comum

⁶Na falta de recursos eletrônicos: o *brainstorming* pode ser realizado no quadro; os questionários poderão ser pré-impressos; e os vídeos poderão ser indicados como atividade prévia.

⁷ Ou espaço adequado para o professor demonstrar as atividades experimentais.

Curricular), quais competências específicas e habilidades na área de Ciências da natureza e suas tecnologias são contempladas e como podem ser desenvolvidas no contexto desta abordagem (Quadro 2) com ênfase na análise de situações-problema mediada pelo uso do conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2018).

Quadro 2. Competências e habilidades desenvolvidas na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias contempladas.

Código da Habilidade/Descrição	Competência Específica
EM13CNT104 - Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.	1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
EM13CNT307 - Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.	3 - Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
EM13CNT309- Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da BNCC.

De acordo com a BNCC (2018) essas habilidades e competências tem por objetivo garantir que o ensino seja estruturado de forma a desenvolver não apenas conhecimentos conceituais, mas também capacidades práticas e atitudinais nos estudantes. Nesse sentido o planejamento didático deve atender às diretrizes da BNCC para assegurar que os estudantes alcancem os objetivos educacionais propostos. Como exemplo, a EM13CNT104 pode

ser desenvolvida por meio do foco na análise crítica dos impactos ambientais e sociais relacionados ao ciclo de vida dos tênis (produção, consumo e descarte), incentivando práticas sustentáveis como reuso e reciclagem. Já a EM13CNT307, por meio da abordagem das propriedades dos polímeros e suas estruturas, enquanto a EM13CNT309 pelo estabelecimento de conexões interdisciplinares entre a Química e temas contemporâneos. Em conjunto, estas habilidades podem proporcionar uma abordagem integrada que combina conhecimento científico com questões ambientais e sociais.

Apresentamos a seguir os diferentes recursos didáticos empregados nesta proposta (Quadro 3). Cada recurso foi descrito de forma a evidenciar suas características e os objetivos pedagógicos.

Quadro 3. Recursos didáticos e seus objetivos.

Recurso Didático	Descrição	Objetivo Pedagógico
Mentimeter (Menti.com)	Plataforma online gratuita para criar apresentações interativas com enquetes e perguntas ao vivo.	Garantir a participação de todos os estudantes.
Google Formulários	Ferramenta para criar questionários de forma prática e anônima.	Identificar percepções iniciais. Realizar testes e demais atividades.
YouTube	Maior plataforma de vídeos online, acessível gratuitamente.	Apresentar conteúdos em vídeo para complementar a explicação e engajar os alunos.
Quadro e Giz	Quadro e giz para desenvolver o conteúdo gradualmente.	Adaptar-se ao ritmo dos alunos e facilitar a representação de conteúdos.
Slides	Slides para esquemas, vídeos e figuras.	Facilitar a representação de conteúdos complexos.
Livro Os Botões de Napoleão	Livro de divulgação científica com contextualização histórica.	Despertar o interesse dos estudantes por meio de leitura contextualizada.
Clipes	Ferramenta para ilustrar conceitos como monômeros, polímeros e estruturas moleculares.	Facilitar a visualização espacial de moléculas e seus comportamentos, como enovelamento e reticulação.
Experimentos	Materiais para experimentos químicos.	Compreender de forma prática os conceitos químicos, permitindo que eles observem e experimentem reações e fenômenos em tempo real.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Primeiro momento pedagógico: problematização inicial

Para o primeiro momento pedagógico, a problematização inicial, propõe-se que suas atenções sejam despertadas com a pergunta norteadora: *o que é necessário para um tênis ser bom?* Tal pergunta foi escolhida para gerar um debate sobre um acessório que faz parte da vida cotidiana da maioria dos estudantes, além de possibilitar a utilização de um *brainstorming* (nuvem de palavras), em que todos poderão participar, a partir da motivação fictícia sobre a pretensão de escolha de um tênis a comprar.

As respostas dos estudantes à questão norteadora “*o que é necessário para um tênis ser bom?*”, serão recolhidas e compiladas através de uma nuvem de palavras, utilizando a plataforma Mentimeter. do site menti.com. A Figura 1 exemplifica um compilado através do modelo de nuvem de palavras, na qual as respostas que se repetirem mais irão aparecer com tamanhos maiores na imagem gerada no programa. Essa atividade pode ser adaptada para uma versão utilizando o quadro, em caso da indisponibilidade de utilização do recurso digital.

Figura 1. Exemplo de nuvem de palavras compilada no site menti.com.

O que é necessário para um tênis ser bom?



Fonte: Elaborada pelos autores.

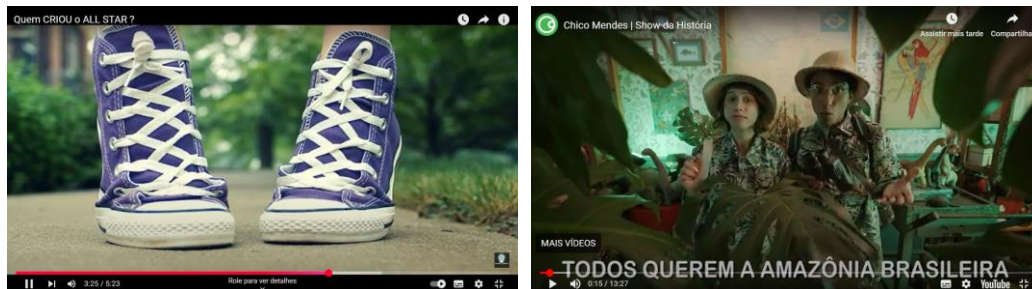
Após a atividade inicial, cada estudante receberá um questionário *online* através do *Google Forms* (Questionário 1) e irá respondê-lo de forma individual e anônima para identificação das percepções dos estudantes

acerca do tema. Sugere-se questões como: De que material você acha que são feitos os solados dos tênis? Você acha que tem diferença entre um tênis “All Star” e um de corrida? Se sim, qual? A produção e o descarte de tênis têm algum impacto na natureza? Você se considera consumista? Você gostaria de estudar este tema contextualizando a química aos tópicos das questões?

Assim como a nuvem de palavras, o questionário também poderá ser adaptado para a versão física caso não seja possível o uso de ferramentas digitais. A partir das respostas obtidas no questionário, os professores irão analisar as percepções dos estudantes frente ao tema do trabalho sugerido e, a partir dessa análise, poderão delinear a estratégia mais adequada ao nível dos educandos, de forma a complementar as lacunas de conhecimento existentes ou a corrigir as concepções prévias e errôneas sobre o tema.

Após a realização do questionário, os vídeos “Quem CRIOU o ALL STAR ?”⁸ e “Chico Mendes | Show da História”⁹ (Figura 2) disponíveis na plataforma YouTube podem ser reproduzidos para a turma.

Figura 2. Vídeos selecionados.



Fonte: Youtube.

O primeiro vídeo aborda a introdução do tênis All Star, da marca Converse, é um dos calçados mais conhecidos em todo o mundo

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=sRYj3r4Kjrk>

⁹ https://www.youtube.com/watch?v=hU_P5Pq7SHQ&t=1s

(SCHWARTZ; LIMA, 2015), inicialmente popularizados por jogadores de basquete, e a sua posterior disseminação impulsionada pelo sucesso das bandas de *rock and roll*. O segundo vídeo, por sua vez, traz um quadro do Canal Futura que dramatiza de uma os diferentes personagens da História. Chico Mendes (1944-1988) foi um seringueiro, ambientalista e líder sindical brasileiro que tem forte conexão com a ciência, especialmente nas áreas de ecologia e sustentabilidade. Demonstrou que o conhecimento tradicional e o científico podem trabalhar juntos para a preservação ambiental, deixando um legado importante para a ciência da conservação e o desenvolvimento sustentável (REGIANI; SIGNOR; DE SOUZA NÓBREGA, 2018).

Em seguida, serão discutidas as questões problematizadoras presentes no Questionário 1, e será suscitado um debate sobre os vídeos, solicitando aos participantes que falem daquilo que mais lhes chamou a atenção sobre aconteceu com os seringueiros ao tempo de Chico Mendes, como o consumismo está inserido na sociedade contemporânea, se eles se identificam como consumistas e por que a borracha seria algo tão importante.

Nesse primeiro momento pedagógico é importante que as discussões aconteçam com ampla participação dos estudantes, para que haja um levantamento das suas concepções e que seja estabelecida uma relação de proximidade entre os estudantes e os professores.

Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

No segundo momento pedagógico serão trabalhados alguns tópicos considerados necessários para que os estudantes consigam compreender o que são os polímeros, sua utilização, consequências sociais, ambientais e econômicas de sua produção. Dessa forma, serão abordados: breve história da borracha, polímeros naturais e sintéticos, reações de

polimerização, classificação dos polímeros (termorígidos, termoplásticos, alta e baixa densidade), principais polímeros utilizados nos tênis, isomeria *cis* e *trans*, vulcanização da borracha, trabalho escravo e consequências na economia, alguns impactos ambientais relacionados à sua produção e descarte, e sustentabilidade (KAUFFMAN; SEYMOUR, 1990). Nesta etapa, pode-se utilizar a apresentação de *slides*, quadro e clipes de prender papel para as explicações de estrutura e propriedades dos polímeros (UMAR, 2014).

A proposta para a segunda parte do segundo momento é de uma aula expositiva dialogada, baseada no capítulo 8 - *Isopreno* do livro *Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história* (Le Couteur; Burrenson, 2006). Neste capítulo, os autores apresentam a história da exploração da borracha através da seringueira, na Amazônia, as dificuldades na elucidação da estrutura do isopreno e na sua síntese, o processo de vulcanização, a importância e a disputa pelo domínio da borracha e suas tecnologias durante a Segunda Guerra Mundial e a sua produção atual. Durante a aula também serão discutidas as questões problematizadoras levantadas no primeiro momento, possibilitando que os estudantes possam expor suas dúvidas os assuntos que estiverem sendo abordados.

Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

O desenvolvimento do último momento pedagógico se dará através das seguintes atividades propostas são: (1) Construindo espaguete de alginato, (2) Por que as fraldas incham? (3) De quantos tipos de polímeros meu tênis é feito? (4) Soluções para aumentar a vida útil dos tênis ou tecnologias de reciclagem

Destaca-se que os dois primeiros experimentos (1 e 2) terão caráter verificativo, possuindo função de demonstrar experimentalmente os tópicos explanados nos momentos anteriores, esperando-se que os estudantes consigam relacionar a teoria apresentada com o comportamento dos polímeros presentes nas atividades. O experimento 3 possui caráter investigativo, por meio de um roteiro aberto os estudantes terão que pesquisar, planejar e executar a atividade, bem como discutir possíveis explicações para os resultados obtidos (GONÇALVES; GOI, 2021). Já a atividade 4 tem por objetivo incentivar os estudantes a proporem soluções inovadoras para reciclagem e reutilização dos tênis, o que implica em assumir uma postura ativa e reflexiva em relação aos temas do meio ambiente.

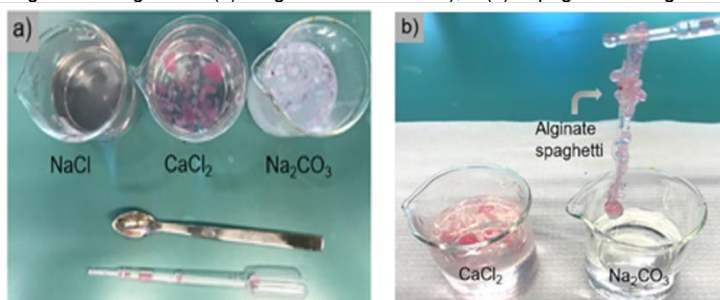
Construindo espaguete de alginato

Um meio simplificado para aprendizagem de polímeros proposto por Erdal *et al.* (2019), é o estudo do Alginato, um biopolímero classificado como copolímero linear. Em função de suas propriedades espessantes, estabilizantes e gelificantes tem aplicações na indústria de alimentos, na indústria têxtil e de papel, em cosméticos e na área farmacêutica e médica. A principal fonte são algas marrons, mas ser obtido a partir de biossíntese, utilizando-se MICRORGANISMOS (MÜLLER; SANTOS; BRIGIDO, 2011). No experimento verifica-se a propriedade gelificante do alginato. A mudança das propriedades físico-químicas do sistema é consequência da troca de íons. Este experimento consiste então em observar o comportamento do polímero na presença de diferentes soluções de sais inorgânicos (NaCl , CaCl_2 e Na_2CO_3).

Materiais e Reagentes: sal de sódio de ácido algínico (20 mL de uma solução 2%), cloreto de cálcio dihidratado (20 mL de uma solução 10%),

carbonato de sódio anidro (20 mL de uma solução 20%) e cloreto de sódio (20 mL de uma solução 10%), becker, pipeta de plástico e espátula. Procedimento Experimental: uma porção da solução de sal de sódio de ácido algínico deve ser vertida com auxílio de uma pipeta de plástico em um conjunto de beckers contendo cada uma das soluções de sais (cloreto de sódio e cloreto de cálcio). Quando a solução for vertida na solução contendo Ca^{2+} , será formado o gel (o “espaguete de alginato”), conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3. Imagens de (a) reagentes e materiais); e (b) espaguete de alginato



Fonte: Erdal *et al.* (2019)

Após é sugerido que transfiram o “espaguete alginato” para a solução de Na_2CO_3 com auxílio de uma espátula. Note-se aqui que, quando o “espaguete de alginato” é transferido para a solução de Na_2CO_3 , Figura 3b, há a formação de CaCO_3 como um precipitado, fato que será questionado aos estudantes e solicitado que mostrem qual reação ocorre. Destaca-se algumas das vantagens do experimento, como o uso alginato que é uma substância não-tóxica e suas propriedades mudam frente a íons que são fácil acesso utilizando reagentes simples.

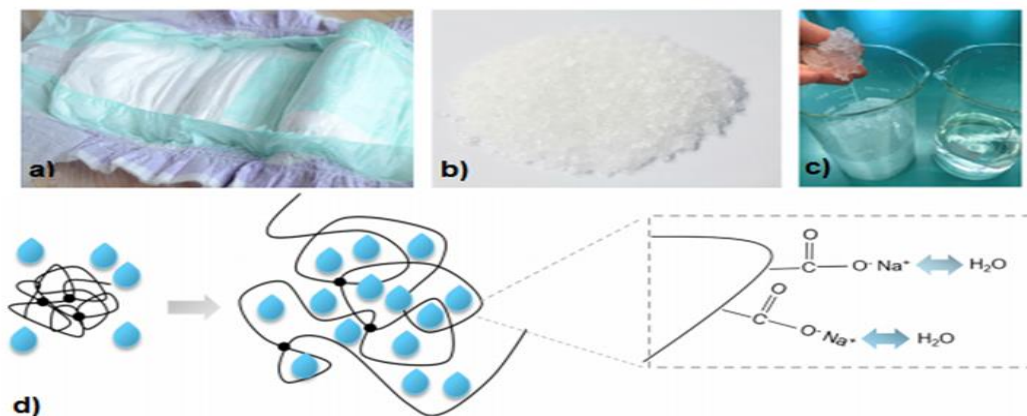
Por que as fraldas incham?

As fraldas descartáveis são soluções práticas e essenciais no contexto de higiene pessoal, especialmente para bebês, crianças e adultos com necessidades especiais. Utilizam como principal material o polímero

superabsorvente poliacrilato de sódio. Atualmente tem-se buscado equilibrar essa praticidade com soluções mais sustentáveis para o meio ambiente, como por exemplo o uso de fibras naturais, materiais biodegradáveis e fraldas reutilizáveis (Silva; de Paula Pereira, 2024).

Buscando analisar a propriedade de superabsorção, esse experimento consiste na extração manual dos grânulos de poliacrilato de sódio e adição de quantidades conhecidas de água. Quando a água for adicionada, será visível o “inchaço” do polímero (Figura 4), possibilitando a discussão sobre sua estrutura tridimensional que é responsável pela sua capacidade de absorver grandes quantidades de água

Figura 4. Imagens de (a) fralda descartável, (b) polímero absorvente presente na fralda, (c) polímero em contato com a água, e (d) representação da interação entre a cadeia polimérica e a água.



Fontes: FiQui (Imagens a e b); Erdal *et al.* (2019) (Imagens c e d)

De quantos tipos de polímeros meu tênis é feito?

Os tênis modernos são compostos por diversos polímeros como EVA, PU, TPU, Nylon e Poliéster, onde cada material tem uma função específica - por exemplo, o EVA fornece amortecimento, o PU oferece resistência, e o Nylon proporciona leveza e respirabilidade. Esses polímeros também são utilizados em outras aplicações existem implicações ambientais em

praticamente todas as etapas de vida de um produto polimérico (CANGEMI; SANTOS; NETO, 2009).

Com diferentes pares de tênis que estão sem uso e outros materiais poliméricos, (Figura 5), os estudantes conduzirão a atividade experimental investigativa, preenchendo o Quadro 4. O esperado é que proponham testes mecânicos para flexibilidade/rigidez, de fusão e comportamento quando em água fervendo. Uma alternativa, dependendo dos recursos materiais que o laboratório dispõe é substituir o teste de fusão pelo teste de chama com uso de isqueiro ou vela (MARIA *et al.*, 2003; ALMEIDA, 2012). Esse experimento permite discussões sobre as diferenças das propriedades dos polímeros e a relação dessas diferenças com suas estruturas e funções.

Figura 5. Exemplos materiais que podem ser utilizados no experimento.



Fonte: Compilação de imagens dos próprios autores

No Quadro 4, os estudantes devem registrar as observações durante o teste da chama a ser realizado em laboratório ou outro local apropriado. Observando os cuidados de segurança necessários e utilizando uma pinça metálica para queimar pequenos pedaços de polímeros na chama, observando cuidadosamente as características da chama (cor, fuligem, intensidade) e do material (derretimento, contração, emissão de odores específicos). As informações devem ser anotadas de forma clara e detalhada. Após o experimento, as observações deverão ser discutidas em grupo para identificar padrões e diferenças entre os polímeros analisados,

promovendo a compreensão das relações entre estrutura e propriedade dos materiais.

Quadro 4. Experimento investigativo de propriedades de diferentes polímeros com teste da chama.

Material	Fundiu?	Flexível?	Rígido?	Amolece?
All Star				
Tênis 1				
Tênis 2				
PET				
Elástico				
Borracha Escolar				

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, os estudantes deverão realizar uma pesquisa sobre marcas disponíveis, qualidade e custo de tênis em lojas on line. O levantamento de dados da pesquisa deverá conter marca, custo, aspecto, conforto, durabilidade (com base na experiência de usuários), segurança e saúde. Após consolidação das informações e a partir das investigações das propriedades dos diferentes polímeros, realizadas pelos estudantes na primeira parte dessa atividade experimental, será realizado um debate amplo sobre os critérios de consumo atualmente utilizados pelos estudantes e em que estes podem ser aprimorados.

Soluções de reuso dos tênis ou tecnologias de reciclagem

Para esta próxima atividade sugere-se a formação de grupos para produzirem uma breve apresentação sobre alguma ação de reuso (*tiedy*) ou tecnologia de reciclagem para tênis usados, seja elaborada por eles mesmos ou apenas indicada a fonte de pesquisa. A partir da pesquisa

grupos apresentarão alguma prática ou produto desenvolvido classificando quanto à reciclagem ou reuso, conforme suas pesquisas. Esta atividade pode ser realizada como tarefa domiciliar e a apresentação no encerramento da oficina.

Ao final da oficina temática, os estudantes responderão o Questionário 2 via Google Forms, para avaliar se a oficina contemplou os conhecimentos esperados para a proposição da oficina questões indicadas são: Todos os polímeros são plásticos ou borrachas? Qual o impacto dos polímeros na nossa sociedade? A produção e o descarte de tênis têm algum impacto na natureza? Quais características você vai levar em conta na compra de um tênis? Qual a relação entre riqueza econômica e escravidão? O que você entende por sustentabilidade nos dias de hoje? O que fazer perante o consumismo que há na sociedade contemporânea? Você se interessou por essa oficina temática?

Todas as questões apresentadas no Questionário 2 estão associadas às oportunidades de aprendizagem que a oficina temática propõe em algum dos TMP. As quatro iniciais se relacionam à problematização inicial e organização do conhecimento em que foi abordada a história da borracha e o contexto de Chico Mendes. As segunda e a terceira questões se relacionam ao terceiro momento pedagógico da oficina, as últimas aplicação ao contexto geral de reflexão oportunizado.

Avaliações da Oficina temática

A presente Oficina Temática uma avaliação processual que objetiva o trabalho de diferentes competências específicas nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais. O Quadro 5 contém as competências específicas, de acordo com a taxonomia de Bloom (1956). A Taxonomia de Bloom organiza os objetivos educacionais em seis níveis

hierárquicos de complexidade crescente: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação, onde cada nível superior se baseia nas habilidades desenvolvidas nos níveis anteriores.

Quadro 5. Competências Específicas a serem

Dimensões	Objetivos Educacionais
Conteúdos Conceituais	- Definir polímeros; - Explicar as propriedades dos polímeros de acordo com sua estrutura; - Distinguir os polímeros de acordo com suas propriedades; - Comparar diferentes polímeros para seu uso nos calçados; - Debater impacto ambiental da exploração ilegal do látex na Amazônia.
Conteúdos Procedimentais	- Registrar experimentalmente as propriedades dos polímeros; - Discutir as propriedades dos polímeros de acordo com suas estruturas e evidências experimentais; - Debater com a turma consequências da exploração ilegal do látex na Amazônia; - Planejar possíveis soluções para aumentar a vida útil dos calçados.
Conteúdos Atitudinais	- Recordar a história de Chico Mendes, referência mundial na luta contra a exploração ilegal do látex na Amazônia; - Expressar cientificamente sua opinião ao público geral sobre a exploração ilegal do látex na Amazônia; - Criticar cientificamente a cultura do consumismo nos calçados de acordo com seu preço, aplicação e composição; - Propor aquisição consciente de calçados considerando custo-benefício, composição, aplicação e aspectos ambientais;

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através das competências específicas elencadas no Quadro 5, elaborou-se o Quadro 6, que correlaciona as dimensões das competências com suas estratégias de ensino. A avaliação de competências, segundo apenas Reis (2021, p.4) “[...]se torna possível desde que realizada de forma contextualizada, em situações reais nas quais as competências possam ser observadas em ação.”

Quadro 6. Estratégias de ensino e técnicas de avaliação de acordo com as dimensões dos conteúdos.

Dimensões	Estratégia de Ensino	Técnica Avaliativa
Conceitual	- Visualização de vídeos Youtube Quem CRIOU o All Stars? e Chico Mendes 1 Show da História; - Leitura - Capítulo 8: Isopreno - Os Botões de Napoleão; - Aula Expositiva - Polímeros.	- Nuvem de palavras: O que é necessário para um tênis ser bom? - Preenchimento do Questionário (Quadro 1); - Observações dos professores.
Procedimental	- Atividades práticas: 1. construindo espaguete de alginato, 2. porque as fraldas incham, 3. de quantos tipos de polímeros meu tênis é feito; - Atividades em grupos: Soluções para aumentar a vida útil dos tênis e tecnologias de reciclagem.	- Relatórios Experimentais: Práticas 1-3; - Apresentação de Seminários: Prática 4; - Preenchimento do Questionário 2.
Atitudinal	- Soluções de casos: Soluções para aumentar a vida útil dos tênis e tecnologias de reciclagem	- Apresentação de Seminários: Prática 4; - Preenchimento do Questionário 2; - Observações dos professores.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A avaliação processual proposta integra três dimensões fundamentais de competências - conceitual, procedimental e atitudinal - no ensino sobre polímeros e sua aplicação em calçados. Esta abordagem holística utiliza diversas estratégias de ensino e técnicas avaliativas complementares para verificar o desenvolvimento da aprendizagem e permitindo assim um acompanhamento contínuo e abrangente do processo de aprendizagem.

Considerações finais

Foi apresentada neste trabalho uma proposta de Oficina Temática sobre polímeros a partir da utilização do tema tênis, fundamentado nos

três momentos pedagógicos, desenvolvida inicialmente na disciplina Projetos de Educação Química: Recursos didáticos do Curso de Licenciatura em Química da UFRGS. A partir da proposta desta oficina, espera-se que os estudantes possam discutir sobre a utilização dos polímeros, bem como compreender conceitos químicos relacionados à ciência dos polímeros.

A aplicação desta Oficina Temática tem por vantagem a possibilidade da discussão dos impactos e da problemática da produção em larga escala de diferentes polímeros, proporcionando aos estudantes o debate sobre questões ambientais. Nesse sentido, espera-se que essa oficina possa aproximar ao máximo a contextualização e a experimentação nas aulas de Química e contribuir para o ensino de polímeros num contexto significativo, de forma didática e participativa, promovendo reflexões críticas e aprendizagens tanto conceituais na química quanto também sociais, ambientais e tecnológicas.

Thematic Workshop for Teaching Polymers: From Rubber Exploration to Sneaker Recycling

Abstract

Polymers play a central role in contemporary society, being present in a wide variety of products. However, discussions about their production, consumption, and environmental impact still lack deeper exploration in the school context. In this regard, the present work, developed in the Chemistry Education Projects: Didactic Resources course of the Chemistry Teaching Degree at UFRGS, proposes a Thematic Workshop using sneakers as a central axis, as it is a theme that directly connects with students' daily, cultural, and social universe. The proposal is grounded in three pedagogical moments and includes experimental activities such as the production of "alginate spaghetti," analysis of polymers in disposable diapers, and investigation of the properties of different polymeric materials used in sneakers, aiming to bring Chemistry teaching closer to students' reality. The workshop is expected to promote learning that integrates social, environmental, and technological aspects with concepts from the field of polymers.

Keywords: polymers, contextualization, three pedagogical moments.

Referências

ALBANO, Wladimyr Mattos; DELOU, Cristina Maria Carvalho. Principais dificuldades descritas no aprendizagem de química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, p. e16890-e16890, 2024. Universidade do Minho, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2024v16n38pe16890>. Acesso em: 04 dez. 2024.

ALMEIDA, Paula Maria Dias de Castro. **Reciclagem de Polímeros – Uma Abordagem em Contexto Escolar**. Portugal: UM, 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores) - Escola de Ciências,

BLOOM, Benjamin S. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company, 1956.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 04 abr. 2024.

BRINCANDO com hidrogéis. **FiQui**, 2012. Disponível em: <https://fiquim.wixsite.com/fiqui/blank-tplzm>. Acesso em: 19 abr. 2024.

CANGEMI, José Marcelo; SANTOS, Antonia Marli dos; NETO, Salvador Claro. Poliuretano: De Travesseiros a Preservativos, um Polímero Versátil. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 159-164, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/02-QS-3608.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

CHICO Mendes. [S. l.: s. n.], 2016. 1 vídeo (13 min). Publicado pelo canal Futura. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=hU_P5Pq7SHQ. Acesso em: 23 abr. 2024

CRESTANI, Eva Rita Machado Ferreira; LOCATELLI, Aline; GOMES, Vitória Freitas. O ensino de química no paisagismo dos três momentos pedagógicos: uma análise das produções científicas. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 3, n. 4, p. 113-135, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18256/2447-3944.2017.v3i4.2189> Acesso em: 15 abr. 2024.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990. 207 p.

DINIZ, Francisco Espedito *et al.* A abordagem dos três momentos pedagógicos: aplicação do estudo de funções orgânicas e meio ambiente. Revista Retratos da

Escola. Brasília, v. 15, n. 31, p. 241-261, jan./abr. 2021a. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde>. Acesso em: 23 abr. 2024

DINIZ, Francisco Espedito *et al.* O Ensino de Química integrado a temas ambientais: Um relato de experiência com escolares do ensino médio. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, 2021b. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17378> Acesso em: 23 abr. 2024

ERDAL, Nejla Benyahia; HAKKARAINEN, Minna; BLOMQVIST, Anders G. Polymers, Giant Molecules with Properties: An Entertaining Activity Introducing Polymersto Young Students. **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 1691-1695, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00918>. Acesso em: 23 abr. 2024

FINKENSTAEDT-QUINN, Solaire A. et al. Investigation of the Influence of a Writing-to-Learn Assignment on Student Understanding of Polymer Properties. **Journal of Chemical Education**, v. 94, p. 1610-1617, 2017. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.jchemed.7b00363?ref=article_open_PDF . Acesso em: 23 abr. 2024.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. A construção do conhecimento químico por meio do uso da Metodologia de Experimentação Investigativa. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 2, p. 31-40, 2022. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4828> Acesso em: 23 dez. 2024

KAUFFMAN, George Bernard; SEYMOUR, Raymond Benedict. Elastomers I: Natural Rubber. **Journal of Chemical Education**, v. 67, n. 5, p. 422-425, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00363>. Acesso em: 23 abr. 2024

LE COUTEUR, Penny; BURRESON, Jay. **Os Botões de Napoleão**: As 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Zahar, 2006. 343 p.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001716274> Acesso em: 23 abr. 2024

MARIA, Luiz Cláudio de Santa *et al.* Coleta Seletiva e Separação de Plásticos. **Química Nova na escola**, v. 17, p. 32-35, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a08.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MAZGON, Jasna; STEFANC, Damijan. Importance of the Various Characteristics of Educational Materials: Different Opinions, Different Perspectives. **Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET**, v. 11, n. 3, p. 174-188, 2012.

MÜLLER, José Miguel; SANTOS, Renata Lopes dos; BRIGIDO, Riveli Vieira. Produção de alginato por microrganismos. **Polímeros**, v. 21, p. 305-310, 2011.

OLIVEIRA, Fernando V.; CANDITO, Vanessa; BRAIBANTE, Mara Elisa F. O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, p. 57-64, 2022.

PAZINATO, Mauricius Selvero; BRAIBANTE, e Mara Elisa Fortes. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Química Nova na escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014. Disponível em: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc36_4/08-RSA-133-12.pdf. Acesso em: 12 abr. 2024.

QUEM criou o All Star? [S. l.: s. n.], 2016. 1 vídeo (5 min). Publicado pelo canal Síntese Mental. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sRYj3r4Kjrk&t=8s>. Acesso em: 23 abr. 2024.

REGIANI, Anelise Maria; SIGNOR, Máisa Oliveira; DE SOUZA NÓBREGA, Danielly. De Chico Mendes à Pirajubaé: Perspectivas para o Ensino de Química no Contexto do Resex. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2, p. 202-214, 2018. Disponível em: www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1720 Acesso em: 02 abr. 2024.

REIS, Pedro. Desafios à educação em ciências em tempos conturbados. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, p. e21000, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/r9Wb8h9z9ytj4WrqhHYFGhw/> Acesso em: 10 jan. 2025.

SANTOS, Alexandre Silvestre dos; SILVA, Glaura Goulart. O tênis nosso de cada dia. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 67-75, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc31_2/02-QS-0908.pdf. Acesso em: 02 abr. 2024

SCHWARTZ, Mariana Lemos; LIMA, Caio de Oliveira Santos; BURLA, Gustavo. O tênis All Star e a construção de personagens no cinema. **Anagrama**, v. 9, n. 2, p. 1-16, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/anagrama/article/view/100242>. Acesso em 14 abr. 2024.

SILVA, Dayse Pereira da. **Oficinas Temáticas no Ensino Público: Formação Continuada de Professores / Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas**. São Paulo: FDE, 2007. 108 p. Disponível em: <https://ensinointegral.webnode.com/files/200000195-03751046ea/LIVRO%20OFICINAS%20TEM%C3%81TICAS.pdf>. Acesso em 14 abr. 2024.

SILVA, Leticia; DE PAULA PEREIRA, Neila. Estudo Prospectivo Aplicado a Fibras Naturais Utilizadas na Composição de Absorventes Higiênicos e de Fraldas Infantis Descartáveis. **Cadernos de Prospecção**, v. 17, n. 5, p. 1431-1445, 2024.

TING, Jeffrey M. *et al.* Polymer Day: Outreach Experiments for High School Students. **Journal of Chemical Education**, v. 94, p. 1629-1638, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00767>. Acesso em 14 abr. 2024.

UMAR, Yunusa. Polymer Basics: Classroom Activities Manipulating Paper Clips to Introduce the Structures and Properties of Polymers. **Journal of Chemical Education**, v. 91, p. 1667-1670, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed400551c>. Acesso em 14 abr. 2024.

